

525,606

25 FEB 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. März 2004 (18.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/023752 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H04L 27/26, 25/03

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002263

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Juli 2003 (07.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 39 810.0 29. August 2002 (29.08.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOLINTH, Edgar

[DE/DE]; Rheindahlener Str. 88, 41189 Mönchengladbach (DE). LORENZ, Gesa [DE/DE]; Niederfeldstr. 14, 46535 Dinslaken (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

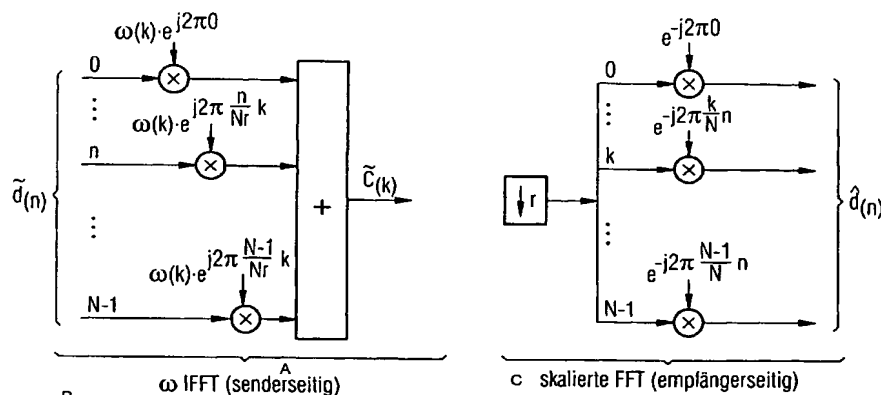
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND TRANSMISSION DEVICE FOR THE TRANSMISSION OF DATA IN A MULTI-CARRIER SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SENDEEINRICHTUNG ZUM ÜBERTRAGEN VON DATEN IN EINEM MEHRTRÄGERSYSTEM



A IFFT (senderseitig)  
B Zeit:  $k=0, \dots, (N-1)/(B \cdot r)$   
Freq.:  $n=0, \dots, (N-1) \cdot B/N$

C skalierte FFT (empfängerseitig)

A TRANSMISSION SIDE  
B TIME  
C SCALED FFT (RECEIVER SIDE)

(57) Abstract: The invention relates to a method for the transmission of data in a multi-carrier system, provided with a frequency band, the carrier frequencies of which are distributed in a sub-carrier band, dividing the frequency band. On the transmission side, dependent on current transmission properties, an adaptive pre-emphasis of the transmission signal is carried out for a part of the carrier frequencies in the sub-carrier band. Said transmitter thus comprises means for determining current transmission properties and means for adaptive pre-emphasis of a part of the carrier frequencies in the sub-carrier band of the transmission signal.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/023752 A1



TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

---

**(57) Zusammenfassung:** Bei dem Verfahren zum Übertragen von Daten in einem Mehrträgersystem dem ein Frequenzband zugeordnet ist, dessen Trägerfrequenzen mindestens einem das Frequenzband unterteilenden Subträgerband unterteilt ist, wird senderseitig, in Abhängigkeit von aktuellen Übertragungseigenschaften, für einen Teil der Trägerfrequenzen des Subträgerbandes eine adaptive Vorverzerrung des Sendesignals erfolgt. Der erfindungsgemäße Sender weist hierzu Mittel zum Ermitteln aktueller Übertragungseigenschaften sowie Mittel zur adaptiven Vorverzerrung für einen Teil der Trägerfrequenzen des Subträgerbandes des Sendesignals auf.

## Beschreibung

Verfahren und Sendeeinrichtung zum Übertragen von Daten in einem Mehrträgersystem

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Übertragen von Daten in einem Mehrträgersystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Sendeeinrichtung zum Übertragen von Daten in einem Mehrträgersystem gemäß dem Anspruch 8.

10

Bei der orthogonalen Frequenzmultiplex -Technik OFDM, welches insbesondere in Funknetzwerken WLAN eingesetzt wird, beispielsweise nach dem IEEE 802.11 Standard funktionierenden sowie bei HiperLAN, handelt es sich um ein Verfahren, das gleichzeitig mehrere Trägerfrequenzen, auch vereinfachend mit Träger bezeichnet, für die Übertragung eines Digitalsignals benutzt, diese Trägerfrequenzen allerdings nur mit einer verringerten Übertragungsrate bezogen auf die insgesamt (über alle Träger) zur Verfügung stehende Übertragungsrate moduliert.

20

Zu diesem Zweck wird bei OFDM das zur Verfügung stehende Frequenzband in mehrere (Sub-)Trägerbänder unterteilt. Der Abstand der Trägerfrequenzen richtet sich nach den Übertragungsraten.

25

Ein OFDMA basiertes Zugriffsszenario in einem System mit einer Vielzahl von Nutzern (Multiple User System) basiert auf dem Ansatz jedem der Nutzer eigene OFDM-Subträger zu zuordnen.

30

In einem derartigen System entstehen unter realen Übertragungsbedingungen Übersprecheffekte zwischen des Subträgern auch ICI (Inter-Channel-Interferences) genannt.

35

Die ICI ergibt sich dabei sowohl infolge einer durch Bewegung mobiler Endgeräte entstehenden Dopplerverschiebung als auch infolge eines Oszillator-Phasenrauschens.

5 In einem OFDM System ist im sogenannten "Downlink", mit dem in der Mobilkommunikation im Allgemeinen die von einer Basisstation zu einer Mobilstation gehende Kommunikation bezeichnet wird, sowohl die Dopplerverschiebung als auch der üblicherweise im Empfänger korrigierte/kompensierte Teil des Oszillator-Phasenrauschens, der auch mit Common Phase Error (CPE) bezeichnet wird, für alle Trägerfrequenzen der Subträgerbänder gleich ist, so dass sich für diese Kommunikationsrichtung kein durch das OFDMA Prinzip hervorgerufenen Zugriffsproblem ergibt.

15 Im "Uplink", mit dem in der Mobilkommunikation im Allgemeinen die entgegengesetzte von einer Mobilstation zu einer Basisstation gehende Kommunikation bezeichnet wird, besteht hingegen das Problem, dass die Dopplerverschiebungen aufgrund der unterschiedlichen Relativgeschwindigkeiten der mobilen Teilnehmer nicht über alle Subträger konstant sind. Zudem ist das Phasenrauschen bzw. der korrigierbare Teil des Phasenrauschens für diese Kommunikationsrichtung in der Regel unkorreliert, da es überwiegend von den unsynchronisierten Oszillatoren, der einzelnen Teilnehmer (User) erzeugt wird.

Das sich aus der Dopplerverschiebung sowie dem Phasenrauschen bei dieser Kommunikationsrichtung ergebende Inter Channel Interference stellt daher in einem OFDMA basierten Uplink eine Limitierung der Übertragungseigenschaften dar, die bis hin zum vollkommenen Ausfall des Systems führen kann.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe ist es, ein Verfahren sowie eine Anordnung anzugeben, welche einen im wesentlichen störungsfreien OFDMA Zugriff im Uplink ermöglichen.

Diese Aufgabe wird ausgehend von dem Oberbegriff des Verfahrensanspruches 1 durch dessen kennzeichnenden Merkmale gelöst, sowie ausgehend vom Oberbegriff des Anordnungsanspruches 8 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass eine Reduzierung bis hin zur Eliminierung des ICI durch senderseitige Vorverzerrung des Sendesignals für einen Teil der Trägerfrequenzen des Subträgerbandes in Abhängigkeit von aktuellen Übertragungseigenschaften erzielt wird, da hierdurch die Beschränkungen der Übertragungseigenschaften in dieser Kommunikationsrichtung aufgehoben bzw. reduziert werden, wobei die Vorverzerrung jeweils alle oder nur jeweils die sich am Rande eines Frequenzbandes sich befindenden Subträger die einem Teilnehmer zugeordnet sind betrifft und infolgedessen den Vorteil hat, dass genau diejenigen Subträger eines Teilnehmers vorverzerrt werden, die signifikant zum ICI beitragen - unabhängig davon, ob Phasenrauschen oder Dopplerverschiebung der systemlimitierende Aspekt ist.

20

Vorzugweise erfolgt die Vorverzerrung mit Hilfe einer Filterung durch ein Signalfilter, welches im Zeitbereich einer Fensterung und somit im Frequenzbereich einer Faltung entspricht und ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass die gefilterten Subträger im wesentlichen steile Filterflanken aufweisen und somit signifikant zur ICI Unterdrückung beitragen. Zudem wird ein Empfänger, der in einem das erfindungsgemäße Verfahren einsetzenden System verwendet wird, hierfür nur geringfügig oder überhaupt nicht modifiziert werden.

30

Durch Filterung der Subträger im Randbereich eines OFDM-Symbols kann außerdem das Guard-Band, d.h. die Anzahl der unbenutzten Subträger am Rand des OFDM-Symbols, verkleinert werden, so dass zusätzlich noch eine vergleichsweise höhere Datenrate erzielt wird.

35

Vorteilhaft ist es die Vorverzerrung derart durchzuführen, dass der Wert einer den verzerrten Trägerfrequenzen zugeord-

neten ersten Symboldauer gleich bleibt. Insbesondere ist die Zeitbereichsfensterung bzw. die Faltungsoption im Frequenzbereich dadurch gekennzeichnet, dass die Länge des Zeitbereichsfensters  $\omega_{(k)}$  insgesamt die OFDM-Symboldauer d.h. OFDM-Symbolnutzdauer und Dauer des zyklischen Präfixes nicht überschreitet und die erforderliche Flankensteilheit der Subträger im wesentlichen durch die Überabtastung determiniert ist.

Vorzugsweise ist die Länge der OFDM Nutzsymboldauer gleich der Länge des Zeitbereichsfensters  $\omega_{(k)}$ . Grundsätzlich existieren zwei verschiedene Ausführungen von Zeitbereichsfensterungen  $\omega_{(k)}$ , erstens Fenster die das Nyquist-Kriterium erfüllen, wie beispielsweise das Root-Raised-Cosine-Fenster), d.h. dass trotz senderseitiger Fensterung bzw. Filterung der Empfänger, insbesondere bei idealem Kanal, in der Lage ist die gesendeten Daten fehlerfrei zu rekonstruieren und zweitens Fenster bzw. Filter die das Nyquist-Kriterium im oben genannten Sinne nicht erfüllen, jedoch im Gegenzug vergleichsweise steilere Filterflanken und somit eine vergleichsweise bessere ICI Unterdrückung ermöglichen, wie beispielsweise das Blackman-Fenster).

Die Anzahl der vorverzerrten Subträger kann auch grundsätzlich auf alle Subträger ausgeweitet werden, insbesondere dann wenn die Kombination von Dopplereffekt und Phasenrauschen der limitierende Faktor für das ICI ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Weitere Erläuterungen sowie Vorteile der Erfindung sind in der Beschreibung der Figuren 1 bis 3b wiedergegeben. Davon zeigen:

Figur 1 Senderseitige Modulation von OFDM-Symbolen gemäß dem Stand der Technik,

Figur 2 Senderseitige Modulation von OFDM-Symbolen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren,

Figur 3a

5 bis 3b Diagramme einer Simulation mit einer beispielhaften Verzerrungsfunktion sowie einem beispielhaften Satz von Parametern.

10 In Figur 1a ist schematisch das senderseitige Modulationsverfahren gemäß dem Stand der Technik bzw. die Struktur des dieses bekannte Verfahren durchführenden Senders dargestellt. Nach dem Stand der Technik wird jeder Symbolimpuls  $S_{d(k)}$  eines  $k$ -ten Trägers  $f_k$  aus  $N$  Subträgern eines Subträgerbandes der Bandbreite  $B$  moduliert, d.h. für jeden Symbolimpuls  $S_{d(k)}$  wird  
15 für ein Zeitfenster der Länge  $T$  einer Inverse Fast Fourier Transformation (IFFT) gemäß der Formel

$$S_{d(k)} = \sum_{n=0}^{N-1} S_{d(n)} e^{j2\pi \frac{n}{N} k}$$

20

zugeführt und hieraus ein OFDM-Symbol  $S_{d(k)}$  generiert. Um Echos und/oder Synchronisationsfehlern entgegenzuwirken, wird dieses OFDM-Symbol  $S_{d(k)}$  mit der Dauer  $T$ , durch die auch Fensterlänge einer entsprechenden Fourier-Analyse im einem Empfänger bestimmt ist, im Allgemeinen mit einem Schutzintervall versehen, d.h. der Dauer  $T$  wird um eine, üblicherweise als Guardzeit bezeichnete, Zeitdauer  $T_g$ , verlängert, so dass sich in Summe für das zu sendende OFDM-Symbol  $S_{d(k)}$  eine Symboldauer  $T_s$  ergibt.

30

Dieses Modulationsverfahren wird gemäß dem Stand der Technik für alle Träger  $f_k$  eines Subträgerbandes mit  $N$  Trägern durchgeführt.

In Figur 1b ist die dem bekannten IFFT-Verfahren zugrundeliegende senderseitige Filterstruktur IFFT dargestellt, die sich gemäß der Formel

$$c(k) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=0}^{N-1} d(n) \cdot e^{j2\pi \frac{n}{N} k}$$

5

ergibt. Die zur Umkehrung des IFFT-Verfahrens verwendete empfängerseitige Filterstruktur FFT ist durch die Formel

$$\hat{d}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} c(k) \cdot e^{-j2\pi \frac{k}{N} n}$$

10 gekennzeichnet.

In Figur 2a ist schematisch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. strukturell die wesentlichen Elemente eines das erfindungsgemäße Verfahren durchführenden Senders dargestellt. Im  
 15 Gegensatz zur Verfahrensweise gemäß dem Stand der Technik, werden erfindungsgemäß - mit Ausnahme der derjenigen Träger  $f_n$ , die sich im Randbereich des Subträgerbandes befinden - alle auf den verbleibenden Trägern  $f_n$  zugeordneten Symbolimpulse  $S_{d(k)}$ , d.h. alle Symbolimpulse  $S_{d(k)}$  auf Trägern  $f_n$  mit  
 20  $k \in ]0; N-1[$ , der in Figur 1 dargestellten IFFT gemäß dem Stand der Technik zugeführt, während die auf den Trägern  $f_n$  im Randbereich des Subträgerbandes, d.h. die den Trägern  $f_n$  mit  $k \in \{0; Nr-1\}$ , zugeordneten Symbolimpulse  $S_{d(k)}$  einer Überabtastung mit der Rate  $r$  und einer Vorverzerrung unterworfen werden,  
 25 wobei die Vorverzerrung derart erfolgt, dass der jeweilige Symbolimpuls  $S_{d(k)}$  mit einer Verzerrungsfunktion gefenstert bzw. gefiltert wird, so dass die Vorverzerrungsfunktion  $\omega_{(k)}$  den Frequenzgang des vorverzerrten/gefilterten Subträgers bestimmt.

30



Abschließend werden alle Symbolimpulse  $S_{d(k)}$  pro Teilnehmer (User) auf die jeweilige Subträgerfrequenz hochmoduliert und - wie im IFFT Verfahren gemäß Figur 2a üblich - aufsummiert.

5. Dabei wird zur erfindungsgemäßen senderseitigen Vorverzerrung eine in Figur 2b dargestellte durch die Formel

$$\tilde{c}_{(k)} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=0}^{N \cdot r - 1} \omega_{(k)} \cdot \tilde{d}_{(n)} \cdot e^{j2\pi \frac{n}{N \cdot r} k}$$

10

gekennzeichnete beispielhafte Filterstruktur  $\omega$ IFFT eingesetzt, wobei die Vorverzerrung durch Verknüpfung mit einer Fensterfunktion  $\omega(n)$  im Zeitbereich, wie beispielsweise einem "Blackman-Fenster" mit Überabtastung, erzielt wird. Diese Fensterfunktion ist beispielsweise durch

15 für  $n = 0, \dots, M-1$  mit

$$\omega_{(n)} = \underbrace{\tilde{\omega}_{(n)}}_{\frac{N \cdot r}{8}}, \underbrace{0 \dots 0}_{\frac{N \cdot 3 \cdot r}{4}}, \underbrace{\tilde{\omega}_{(n)}}_{\frac{N \cdot r}{8}}$$

20 und

beschrieben, wobei hier vorzugsweise  $\tilde{\omega}_{(n)} = 0.42 - 0.5 \cdot \cos(2\pi \frac{n}{M-1}) + 0.08 \cdot \cos(4\pi \frac{n}{M-1})$

$$M = \frac{N \cdot r}{4}$$

- 25 gilt und  $r$  die Rate der Überabtastung ("Oversampling"-Rate) wiedergibt und wobei der Vektor  $\tilde{d}_{(n)}$  sich aufgrund der Überabtastung in folgender Weise

$$\tilde{d}_{(n)} = \left\{ \begin{array}{l} \left[ \begin{array}{c} d_{(n)} \\ \vdots \\ d_{(n)} \end{array} \right] \quad \forall n = [0 \dots N-1] \\ \left[ \begin{array}{c} 0 \\ \vdots \end{array} \right] \quad \forall n = [N \dots N \cdot r - 1] \end{array} \right\}$$

festgelegt ist.

- 5 Des Weiteren ist in Figur 2b eine zur Umkehrung der durch die erfindungsgemäße senderseitigen Filterstruktur  $\omega$ IFFT vorverzerrtes IFFT vorgesehene empfängerseitige Filterstruktur skalierteFFT dargestellt und durch die Formel

$$\hat{d}_{(n)} = \sum_{k=0}^{N-1} \tilde{c}_{(k)} \cdot e^{-j2\pi \frac{k}{N} n}$$

10

Beschrieben, welche in einem realen System im wesentlichen identisch ist einem Empfängerstruktur gemäß dem Stand der Technik (Figur 1).

- 15 Figur 2c zeigt eine erfindungsgemäße OFDMA Struktur im Uplink, wobei 2 verschiedene Teilnehmer - nämlich User A und User B - verschiedene Subträgerfrequenzbänder benutzen und wobei erfindungsgemäß vorzugsweise auf den benachbarten Subträgern L des ersten Teilnehmers (User A) und auf dem Subträger (L+1) des zweiten Teilnehmers (User B) besagte Vorverzerrung angewendet wird um die ICI in der Basisstation zu unterdrücken.
- 20

- In den Figuren 3a und 3b sind zur Verdeutlichung die Ergebnisse einer Kalkulation mit oben genannten Formeln widergebende Diagramme mit folgenden Parametersätzen
- 25

N	=	2	4	8	16	32	64
r	=	512	256	128	64	32	16
M	=	512	512	512	512	512	512

dargestellt.

30

In Figur 3a ist das Leistungsdichtespektrum eines nicht idealen Oszillators, das kombinierte Leistungsdichtespektrum eines nicht idealen Sendeoszillators und eines nicht idealen Empfangsoszillators zu sehen die stellvertretend für eine zeit variante Störung, die ICI verursacht untersucht wurden. Darüber hinaus sind in Figur 3 ein Subträger gemäß dem Stand der Technik zu sehen (durchgezogene Linie) und ein erfindungsgemäß gefilterter Subträger (durchgezogene mit Kreisen markierte Linie) zu sehen. Zu erkennen ist hier schon dass bei einer Faltung im Frequenzbereich von Subträger und Leistungsdichtespektrum der Störung das resultierende Leistungsdichtespektrum viel weniger Energie außerhalb des jeweils zu einem Subträger zugeordneten Frequenzbandes aussendet und somit vergleichsweise weniger ICI erzeugt.

Figur 3b zeigt quantitativ wie viel ICI der mit einem Blackman-Fenster gefensterte Subträger vergleichsweise zu einem Subträger gemäß dem Stand der Technik erzeugt, wobei als Leistungsdichtespektrum der Störung das kombinierte Referenz-Leistungsdichtespektrum von Sende- und Empfangsoszillator gemäß Figur 3 benutzt wurde.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen von Daten in einem Mehrträgersystem dem ein Frequenzband zugeordnet ist, dessen Trägerfrequenzen mindestens einem das Frequenzband unterteilenden Subträgerband unterteilt ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass senderseitig, in Abhängigkeit von aktuellen Übertragungseigenschaften, für einen Teil der Trägerfrequenzen des Subträgerbandes eine adaptive Vorverzerrung des Sendesignals erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Vorverzerrung durch eine Filterung und/oder Fensterung im Zeit- und/oder Frequenzbereich erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Filterung durch ein Signalfilter, welches im Frequenzbereich im wesentlichen steile Filterflanken aufweist, erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass zur Filterung und/oder Fensterung ein "Blackman-", "Bartel-", "Kaiser-", "Papoulis-" oder vergleichbare Fensterfunktionen, die derart ausgestaltet sind, dass die Fensterung im Zeitbereich durchgeführt wird und wobei vorzugsweise eine Überabtastung verwendet wird um im Frequenzbereich steile Filterflanken zu erzielen.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Mehrträgersystem in Kombination mit einem "FDMA" (Frequency Division Multiple Access), insbesondere dem "OFDMA"-Zugriffsverfahren (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) eingesetzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass die Vorverzerrung auf sich  
in Randbereichen des Subträgerbandes, welches vorzugsweise  
mindestens einem Teilnehmer zugeordnet ist, insbesondere an  
5 weitere Subträgerbänder angrenzende, Trägerfrequenzen be-  
schränkt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Wert einer  
10 den verzerrten Trägerfrequenzen zugeordneten ersten Symbol-  
dauer gleich bleibt, wobei insbesondere bei der Zeitbereichs-  
fensterung bzw. die Faltungsoption im Frequenzbereich die  
Länge des Zeitbereichsfensters  $\omega_{(k)}$  insgesamt die OFDM-  
Symboldauer d.h. OFDM-Symbolnutzdauer sowie die Dauer des  
15 zyklischen Präfixes nicht überschreitet und die erforderliche  
Flankensteilheit der Subträger im wesentlichen durch die Ü-  
berabtastung determiniert wird.

8. Sendeeinrichtung zum Übertragen von Daten in einem Mehr-  
20 trägersystem dem ein Frequenzband zugeordnet ist, dessen Trä-  
gerfrequenzen mindestens einem das Frequenzband unterteilen-  
den Subträgerband unterteilt ist, g e k e n n z e i c h -  
n e t d u r c h

- a) Mittel zum Ermitteln aktueller Übertragungseigenschaften,
- 25 b) Mittel zur adaptiven Vorverzerrung für einen Teil der  
Trägerfrequenzen des Subträgerbandes des Sendesignals.

1/7

FIG 1A Stand der Technik

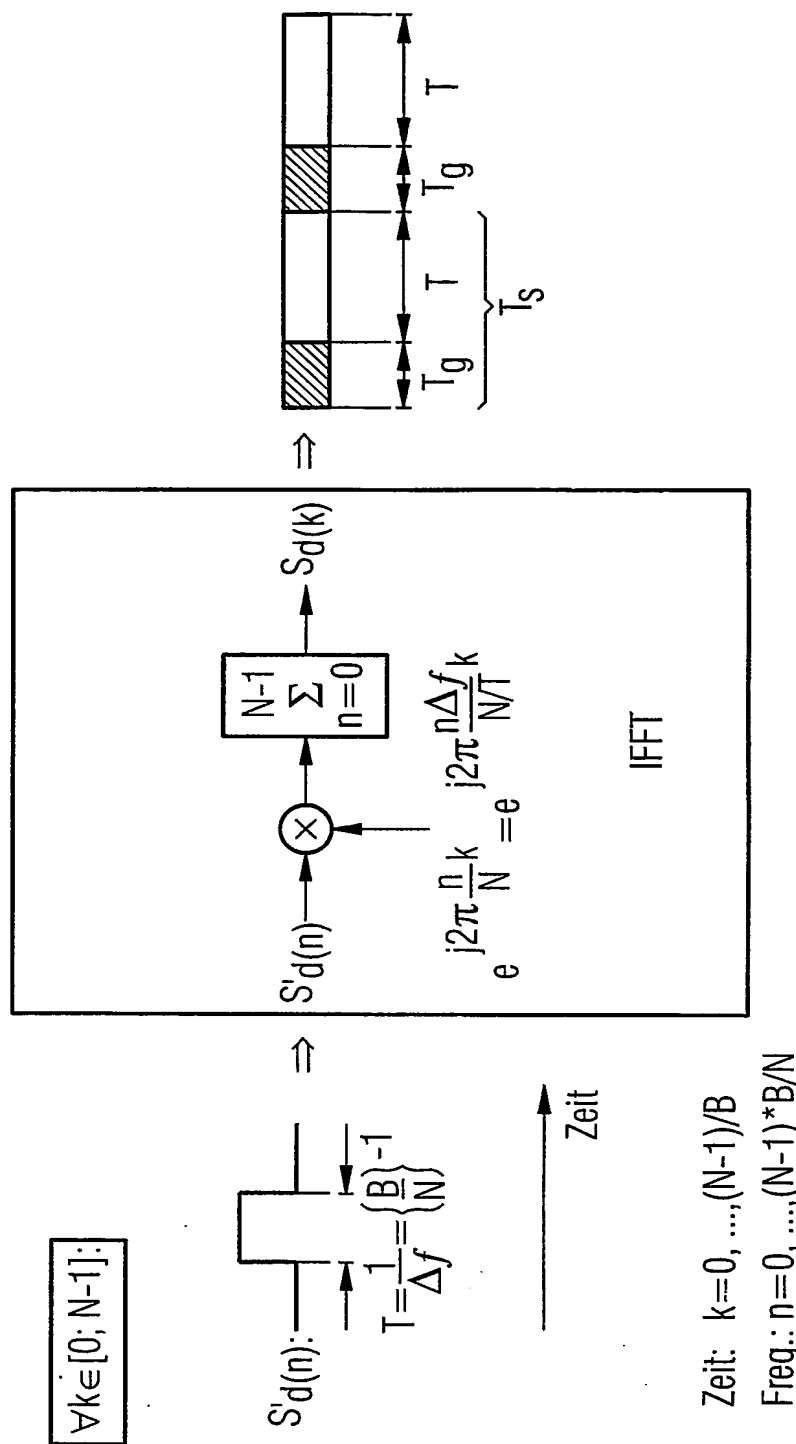


FIG 1B Stand der Technik

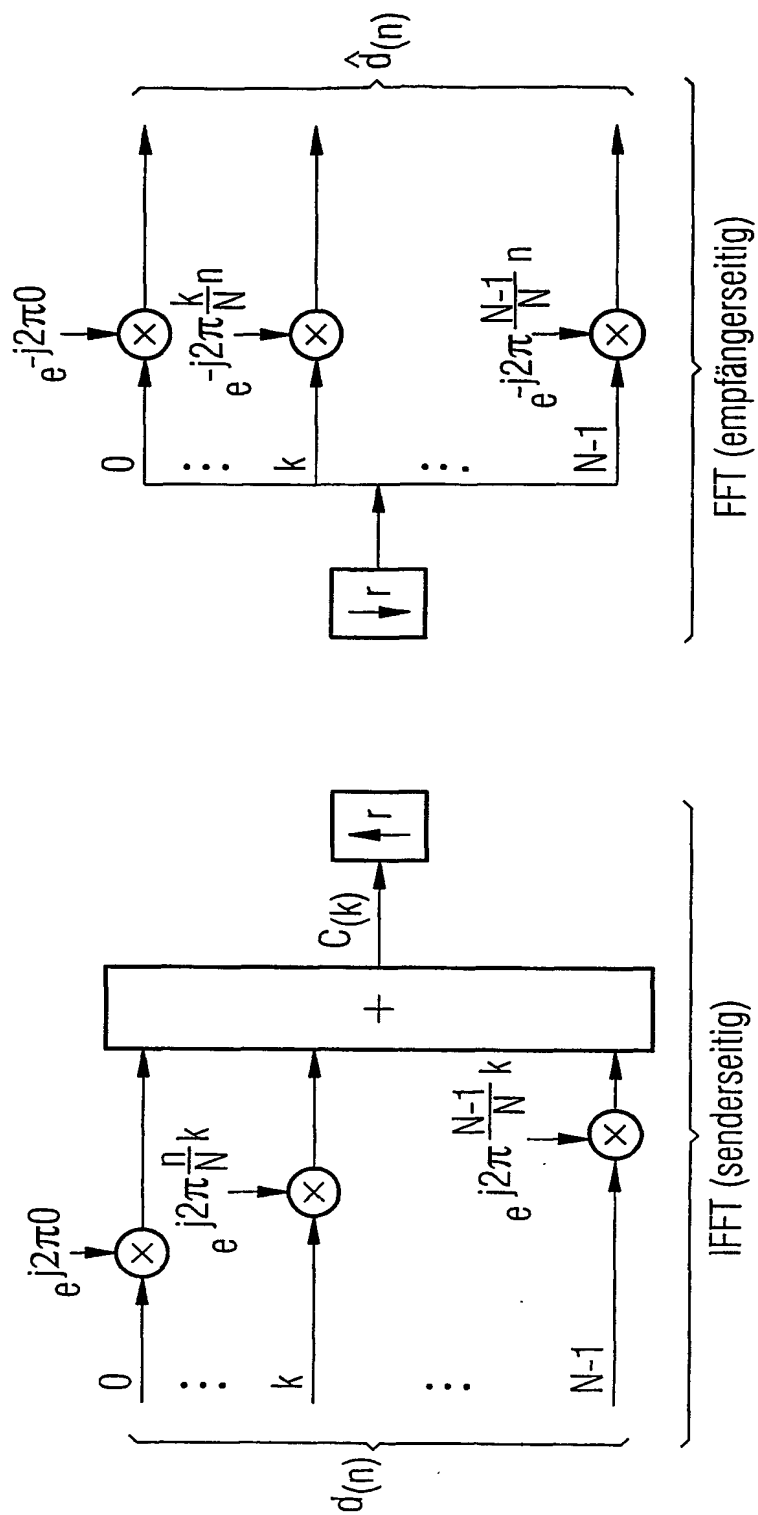
Zeit:  $k=0, \dots, (N-1)/B$ Freq.:  $n=0, \dots, (N-1) \cdot B/N$

FIG 2A

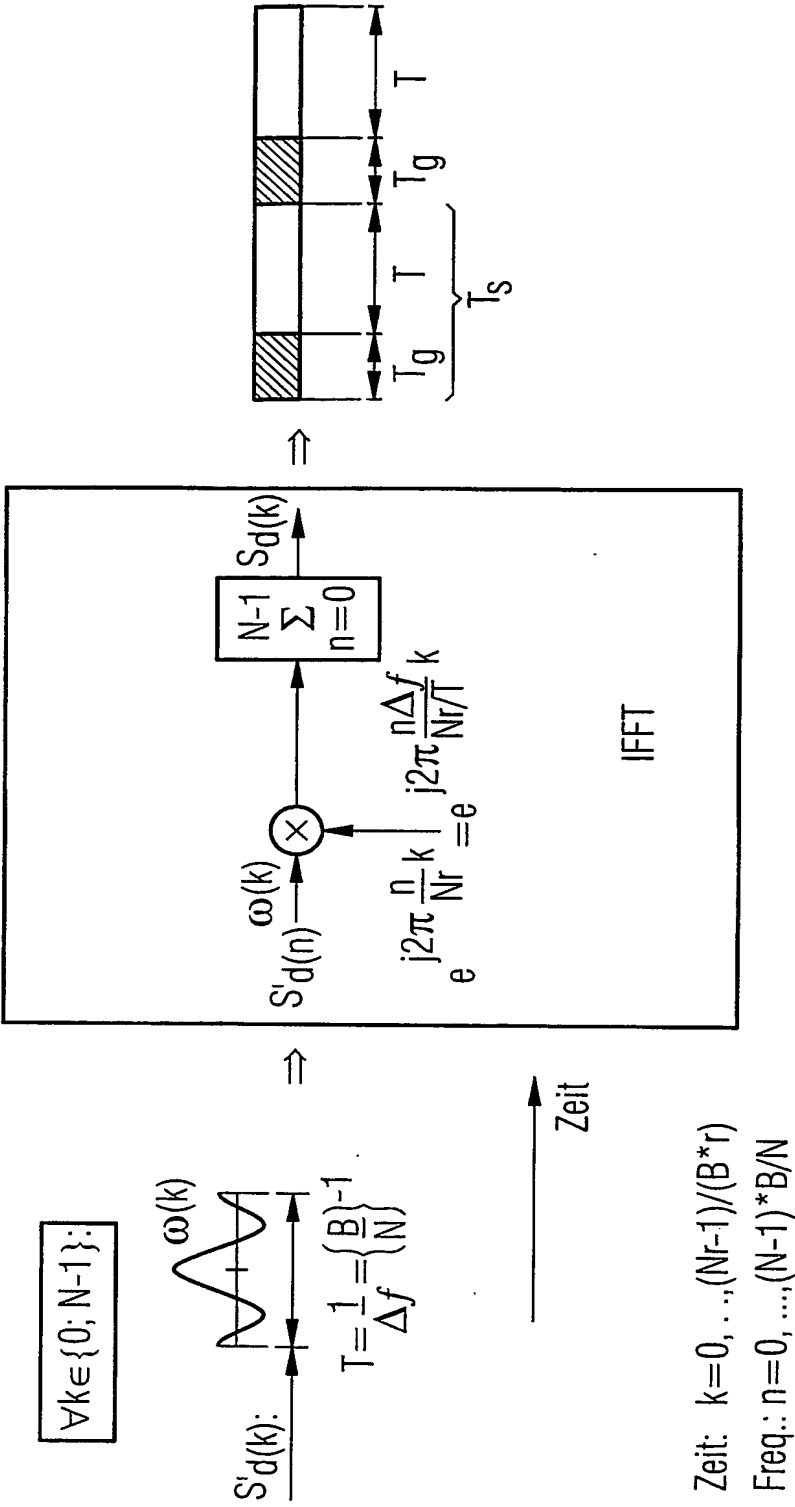




FIG 2B

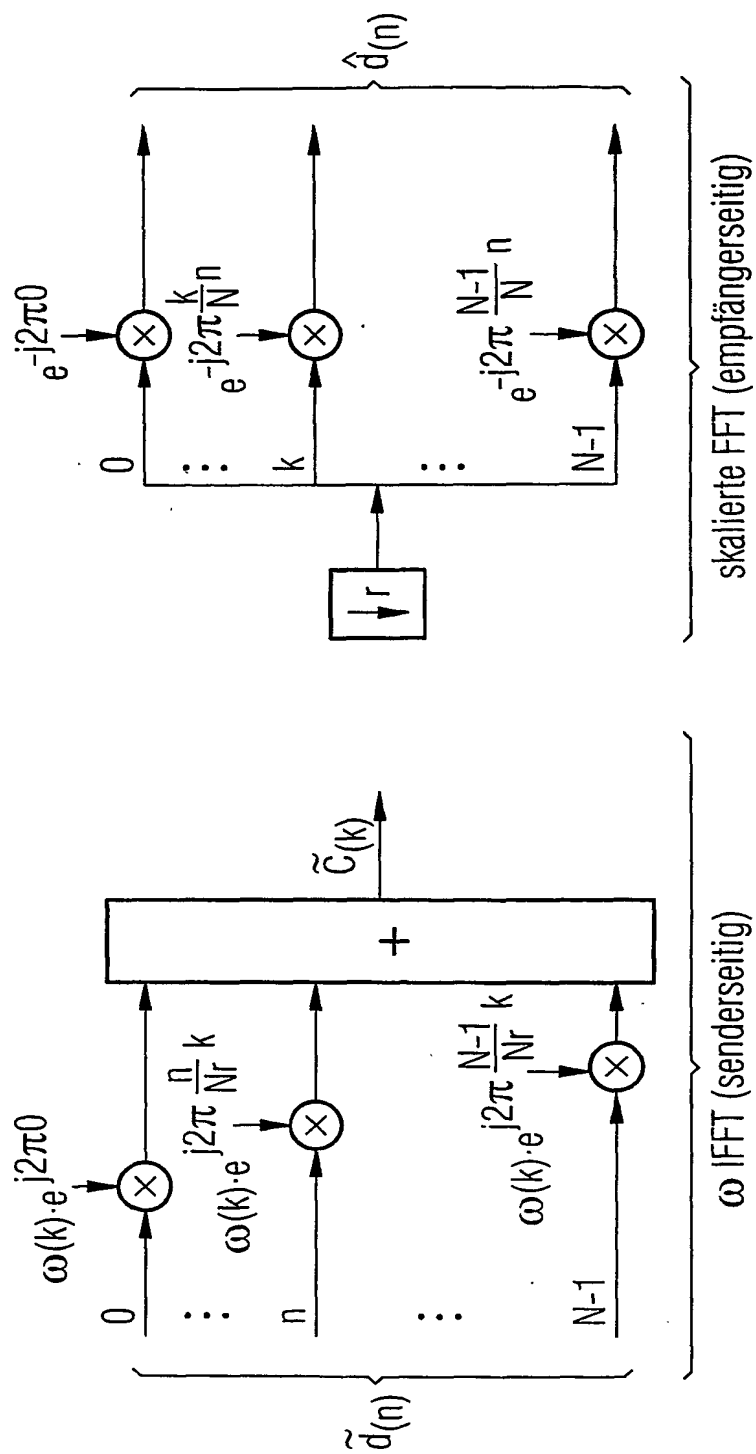
Zeit:  $k=0, \dots, (N-1)/(B^*r)$ Freq.:  $n=0, \dots, (N-1)*B/N$

FIG 2C  
OFDMA im Uplink

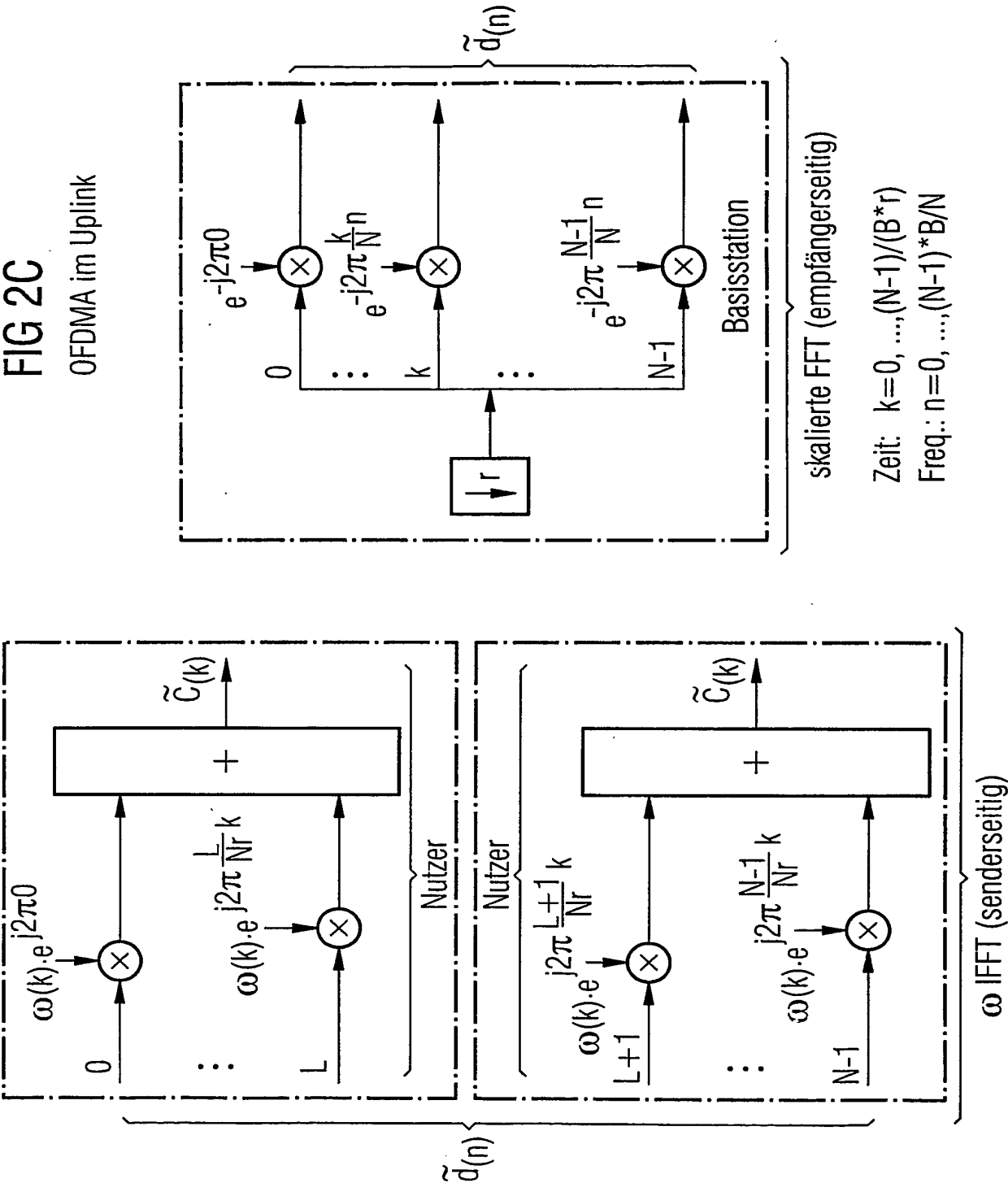


FIG 3A

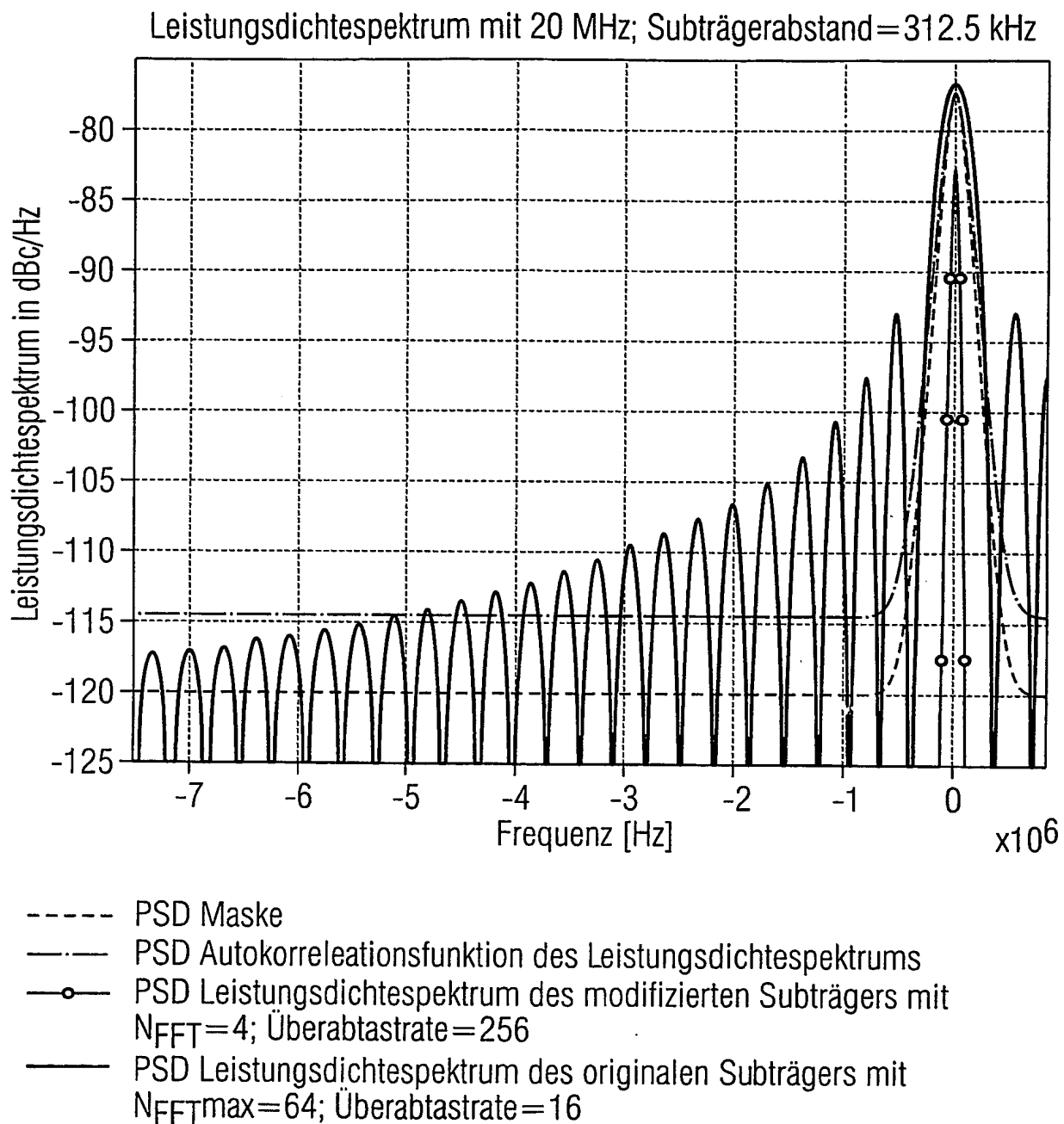
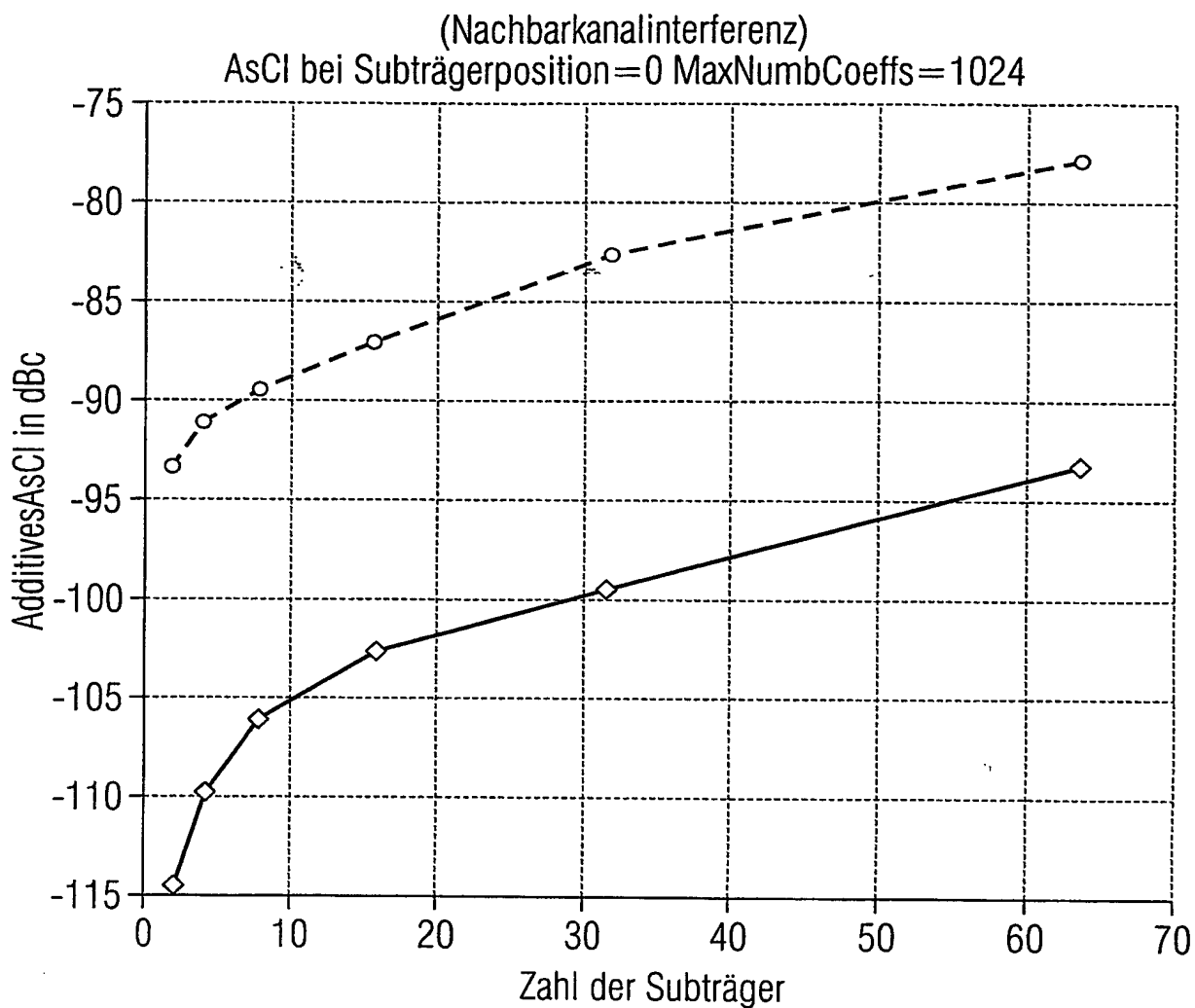


FIG 3B



--○-- OFDM Power -80dBc f1=50 kHz f2=500 kHz

—◇— Mod. OFDM Power -80dBc f1=50 kHz f2=500 kHz

Grösse der FFT: 2 4 8 16 32 64

Überabtastrate: 512 256 128 64 32 16

Fenstergrösse: 512 512 512 512 512 512

Gewinne: 21.3154 18.7443 16.5869 15.7136 16.5708 15.3561 dB

Notiz: Für perfekte Rekonstruktion muß  $(N_{FFT} \leq \text{Überabtastrate})$  gelten !!!

Notiz:  $N_{FFT}=4$ ; Überabtastrate=256;

Notiz: Für perfekte Rekonstruktion muß das Nyquist Kriterium eingehalten werden !!!

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/02263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H04L27/26 H04L25/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/105901 A1 (MOVAHEDIN MOHAMMAD REZA ET AL) 8 August 2002 (2002-08-08) the whole document	1-9
X	SLIMANE S B: "OFDM schemes with non-overlapping time waveforms" VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, 1998. VTC 98. 48TH IEEE OTTAWA, ONT., CANADA 18-21 MAY 1998, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 18 May 1998 (1998-05-18), pages 2067-2071, XP010288176 ISBN: 0-7803-4320-4 the whole document	1-3,5,7,9
A	----- -/-	4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 November 2003

Date of mailing of the international search report

17/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koukourlis, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/02263

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ARMSTRONG J: "Analysis of new and existing methods of reducing intercarrier interference due to carrier frequency offset in OFDM" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 47, no. 3, March 1999 (1999-03), pages 365-369, XP002142839 ISSN: 0090-6778 abstract page 367, right-hand column -page 368, right-hand column	1-3,5,7, 9
A	----	4
X	VAHLIN A ET AL: "OPTIMAL FINITE DURATION PULSES FOR OFDM" PROCEEDINGS OF THE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE (GLOBECOM). SAN FRANCISCO, NOV. 28 - DEC. 2, 1994, NEW YORK, IEEE, US, vol. 1, 28 November 1994 (1994-11-28), pages 258-262, XP000488554 ISBN: 0-7803-1821-8 the whole document	1-3,5,7, 9
P,X	DE 101 29 317 A (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 23 January 2003 (2003-01-23) paragraph '0004! - paragraph '0018! -----	1-5,7,9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP03/02263

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002105901	A1	08-08-2002	WO 02063843 A2	15-08-2002
DE 10129317	A	23-01-2003	DE 10129317 A1	23-01-2003
			US 2003026352 A1	06-02-2003

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT 03/02263

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H04L27/26 H04L25/03

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/105901 A1 (MOVAHEDIN MOHAMMAD REZA ET AL) 8. August 2002 (2002-08-08) das ganze Dokument	1-9
X	SLIMANE S B: "OFDM schemes with non-overlapping time waveforms" VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, 1998. VTC 98. 48TH IEEE OTTAWA, ONT., CANADA 18-21 MAY 1998, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 18. Mai 1998 (1998-05-18), Seiten 2067-2071, XP010288176 ISBN: 0-7803-4320-4 das ganze Dokument	1-3, 5, 7, 9
A	---	4
	---	
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. November 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/11/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Koukourlis, S



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEKÜNDIGTE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	ARMSTRONG J: "Analysis of new and existing methods of reducing intercarrier interference due to carrier frequency offset in OFDM" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 47, Nr. 3, März 1999 (1999-03), Seiten 365-369, XP002142839 ISSN: 0090-6778 Zusammenfassung Seite 367, rechte Spalte -Seite 368, rechte Spalte	1-3,5,7,9
A	----	4
X	VAHLIN A ET AL: "OPTIMAL FINITE DURATION PULSES FOR OFDM" PROCEEDINGS OF THE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE (GLOBECOM). SAN FRANCISCO, NOV. 28 - DEC. 2, 1994, NEW YORK, IEEE, US, Bd. 1, 28. November 1994 (1994-11-28), Seiten 258-262, XP000488554 ISBN: 0-7803-1821-8 das ganze Dokument	1-3,5,7,9
P,X	DE 101 29 317 A (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 23. Januar 2003 (2003-01-23) Absatz '0004! - Absatz '0018! -----	1-5,7,9

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/03/02263

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002105901	A1	08-08-2002	WO	02063843 A2	15-08-2002
DE 10129317	A	23-01-2003	DE	10129317 A1	23-01-2003
			US	2003026352 A1	06-02-2003